

УДК 691.327.332

В. Р. Сердюк¹
Б. І. Августович¹

ЕКОНОМІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ЧЕРЕЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ВИРОБНИЦТВА НІЗДРЮВАТОГО БЕТОНУ

¹Вінницький національний технічний університет

Розглянуто проблеми енергозбереження в будівельній галузі в контексті вдосконалення нормативної бази виробництва ніздрюватих бетонів, як ефективного конструкційно-теплоізоляційного стінового матеріалу.

Ключові слова: ніздрюватий бетон, газобетон ніздрюватий бетон, газобетон неавтоклавного твердіння.

Вступ

Забезпечення енергоспоживання житловим фондом є однією з передумов енергетичної безпеки держави. Житлове будівництво є однією з найважливіших сфер національної економіки, що істотно впливає на всі сторони життєдіяльності суспільства. До 40 % всіх енергоносіїв, які використовуються в країні припадає на житлово-комунальний комплекс країни. У собівартості будівельної продукції на будівельні матеріали припадає 50...60 %.

Збільшення обсягів будівництва житла потребує відповідного збільшення обсягів виробництва будівельних матеріалів та енергетичних затрат на їх виробництво і утримання будівель. Дієвим фактором впливу державної політики на зменшення енергоспоживання будівництва нового та експлуатації наявного житлового фонду є нормативна база, яка стосується як виробництва стінових та теплоізоляційних будівельних матеріалів, так і витрат на експлуатацію житла.

Вирішення проблеми енергозбереження за рахунок зростання виробництва і використання ніздрюватого бетону, як ефективного конструкційно-теплоізоляційного матеріалу, є пріоритетним напрямком реалізації концепції сталого розвитку пострадянських економік, включаючи не тільки Україну, але і багаті на енергоносії РФ та Казахстан.

В залежності від річної витрати енергії на одиницю площі будинку в європейських країнах прийнято 7 класів енергоефективності будівель: (A+ — пасивний будинок до 15 кВт·год/м²; A — ультранизького енергоспоживання 30...15 кВт·год/м²; B — низького енергоспоживання 70...30 кВт·год/м²; C — середньозберігаючого 100...70 кВт·год/м²; D — середньоенергоємного 150...100 кВт·год/м²; E — енергоємного 250...150 кВт·год/м²; F — високоенергоємного понад 250 кВт·год/м²).

Більше ніж 20 років знадобилось Україні для того, щоб підняти вимоги до термічного опору огорожувальних конструкцій до показників класу D — середньоенергоємного 150...100 кВт·год/м². Розвинені країни світу зробили це ще в 70-ті роки минулого століття під час світової енергетичної кризи, коли ціни на нафту зросли в декілька раз. Житловий фонд, побудований в Україні в попередні роки, споживає 250 кВт·год/м², приватні будинки — 450 кВт·год/м², саме тому вдосконалення нормативної бази відіграє важливу роль у зменшенні енерговитратності житлово-будівельного комплексу.

Метою роботи є дослідження проблеми енергозбереження в будівельній галузі в контексті вдосконалення нормативної бази виробництва ніздрюватих бетонів, як ефективного конструкційно-теплоізоляційного стінового матеріалу.

Результати досліджень

Слід зазначити, що Мінрегіонбудом з перших років незалежності країни була визначена стратегія щодо зменшення енергоспоживання в житлово-будівельному комплексі країни. Вже у 1994 році встановлені нові нормативні вимоги до термічного опору огорожувальних конструкцій, які були підвищені в 2...2,5 рази, а також передбачені заходи щодо обов'язкового обліку тепло-, газо-, водопостачання.

Слід виділити такі етапи вдосконалення вітчизняної нормативної бази, які спрямовані на енергозбереження будівель: 1994—1996 р. — підвищено вимоги до опору теплопередачі огорожувальних конструкцій (у 2,0...2,5 рази) житлових та громадських будівель; 2006—2007 р. — введено в дію нове покоління державних будівельних норм з енергоефективності будівель; 2008—2010 р. — створена система норм та стандартів з регламентації вимог та методів контролювання показників енергоефективності; 2012 р. — розробка національного стандарту України ДСТУ Б EN 15232 «Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями», який узгоджений з європейським стандартом EN 15232:2007 Energy performance of buildings — Impact of Building Automation, Controls and Building Management.

З 01.07.2013 року набули чинності Зміни № 1 до ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», які передбачають заміну 4 кліматичних зон на 2 зони зі збільшенням термічного опору до огорожувальних конструкцій.

За таких умов ніздрюватий бетон став єдиним стіновим матеріалом, з якого можуть бути виготовлені одношарові стіни, що не потребують додаткового утеплення, а товщина стіни з традиційного цегли становить понад 2 метри. В табл. 1 наведені порівняльні фізико-технічні показники традиційних стінових будівельних матеріалів і ніздрюватого бетону та показники енергоємності їх виробництва.

Таблиця 1

Зіставлення основних фізико-технічних показників основних стінових матеріалів [1]

Показники	Одиниця вимірювання	Цегла		Будівельні блоки	
		керамічна	сілікатна	керамзитобетон	ніздрюватий бетон
Густина	кг/м ³	1550...1700	1700...1950	900...1200	300...1200
Теплопровідність	Вт/м·°С	0,6...0,95	0,85...1,15	0,75...0,95	0,07...0,38
Морозостійкість	цикл	25	25	25	35
Питомі витрати	кг.ум.пал./тис.шт.ум.цегли	246	60...80	35	65
Питомі витрати електроенергії	кВт·г/тис.шт.ум.цегли	80...82	36...38	30...32	35
Водопоглинання	% по масі	12	16	18	20
Міцність на стиск, МПа	2,5...25	5...30	3,5...7,5	0,9...12,5	0,9...12,5

На сьогодні традиційні стіни з цегли, керамзитобетону потребують додаткових витрат на утеплення. Питома вага ніздрюватого бетону в структурі стінових матеріалів розвинених європейських країнах становить 50 % і більше, а у Республіці Білорусь до 2015 року планує досягти рівня 90 %.

Обсяги виробництва ніздрюватих бетонів в перші 10 років незалежності в Україні скоротилися з 1,2 млн. м³ у 1990 році до 0,2 млн. м³ у 2000 році (декілька заводів були порізані на металобрухт), а до 2012 року, переважно за рахунок іноземних інвесторів були побудовані нові заводи. Загальна потужність виробництва газобетону становить 2 млн. м³ в рік. Проте, Україна суттєво відстає за показниками відносних обсягів виробництва ніздрюватого бетону. В Україні виробляється лише 45 м³ на 1 тис. осіб, тоді як Росія виробляє понад 100 м³, Білорусія — 300 м³, європейські країни — близько 200 м³.

Будівництво сучасних заводів з виробництва ніздрюватого бетону в країнах СНД дозволило істотно збільшити його міцність з одночасним зниженням щільності. Підвищення коефіцієнта конструктивної якості газобетону особливо важливо для будівництва малоповерхового індивідуального житла, питома вага якого в розвинених європейських країнах, США становить 75 %, зростає вона і в Україні.

Найбільшим виробником ніздрюватого бетону в Європі є Польща, яка виробляє 4,3...5 млн. м³

щорічно, але, маючи 31 завод з виробництва газобетону, може збільшити обсяг виробництва до 7,5 млн. м³ в рік. Саме тому Польща, як і Німеччина, Білорусія тривалий час були експортерами газобетону в Росію, Україну. Надлишкові потужності з виробництва ефективного конструкційно-теплоізоляційного стінового матеріалу дозволяють Польщі в будь-який момент відреагувати на підвищений попит внутрішнього і зовнішнього ринку, а наявність здорової конкуренції на ринку виробників газобетону виключає штучне зростання його вартості.

Пріоритетні напрямки вдосконалення технології виробництва ніздрюватого бетону

На підприємствах з виробництва ніздрюватого бетону використовується литтєва і віброударна технологія. Використання ударної технології формування масивів дозволяє знизити витрати сировини: цементу — на 20...30 %, вапна — на 10...15 %, газоутворювача — на 5...10 %. Застосування ударних технологій більше, ніж в 2 рази зменшує і кількість форм. Крім того, більше ніж у 2 рази скорочується кількість постів дозрівання, що в свою чергу дозволяє зменшити розміри камер дозрівання. До додаткових аргументів на користь ударної технології відносять підвищення міцності на стиск, виключення необхідності застосування гіпсових добавок [3].

Досвід виробництва автоклавного ніздрюватого бетону під торговою маркою «Аерок» російської Групи ЛСР в Росії, Україні і провідних європейських виробників автоклавного ніздрюватого бетону, підтверджує ефективність використання литтєвої технології зі спільним використанням поворотного шламу та гіпсового каменю, який вводиться у склад ніздрюватого бетону під час помелу піску. Наукові дослідження та практичний досвід роботи підприємств «ТОВ Аерок» в Росії та Україні підтверджують можливість підвищення коефіцієнта конструктивної якості ніздрюватого бетону практично в два рази [4, 5].

Перевага нових підприємств з виробництва ніздрюватого бетону автоклавного тверднення полягає в тому, що вони забезпечують високу точність лінійних розмірів, передбачають «захвати» для рук і замки типу «паз-гребінь» та високе значення коефіцієнта конструктивної якості самого бетону. Нові заводи виробляють одночасно і клейові суміші для газобетонної кладки, які виключають «містки холоду» оскільки товщина шва становить 2...3 мм. При цьому утилізуються всі відходи ніздрюватого бетону та повторно утилізується теплова енергія його виробництва.

Сучасні заводи виробляють газобетон D300 з класом міцності близько B0,35. Значний прорив за останні два роки здійснила німецька фірма «Masa GmbH», яка розробила технологію і обладнання для виробництва мінеральних теплоізоляційних плит за технологією пінобетону D100—D200 на цементній основі під маркою «Masa-LithoPore». Коефіцієнт теплопровідності такого матеріалу, виготовленого з використанням мінерального в'язучого, менше 0,045 Вт/(м·°C) і наближається до показників пінополістиролу, міцність при стисненні близько 300...350 кПа. Сировинна суміш складається з води, цементу і адитивних добавок. Матеріал твердне в атмосферних умовах [6].

За європейськими мірками ідеальною «дихаючою» стіною сьогодні вважається стіна з високою паропроникністю та високим термічним опором. Вона складається з ніздрюватого бетону густиною 500 кг/м³ і утеплена із зовнішньої сторони плитами з неавтоклавного пінобетону густиною 100...200 кг/м³. В розвинених країнах та Україні обмежується використання пінополістиролу через його горючість та токсичність. При цьому на фасадах стін, що утеплюються пінополістиролом мають бути передбачені протипожежні розриви з використанням негорючої теплоізоляції.

Досить перспективним напрямком у виробництві ніздрюватого бетону є використання золи-винесення, обсяги якої будуть і далі зростати у зв'язку зі скороченням використання обсягів природного газу та збільшення частки вугілля в енергетичному секторі. В Європейських країнах, сусідній Росії зола-винос широко використовується у виробництві автоклавного газобетону [7].

Як і раніше, залишається актуальним виробництво неавтоклавного ніздрюватого бетону з використанням дисперсних мінеральних продуктів (золи-винесення, техногенних дисперсних мінеральних продуктів гірничо-рудної промисловості).

Вдосконалення нормативної бази виробництва ніздрюватого бетону та її адаптація до міжнародних стандартів відіграли важливу роль в енергозбереженні. За старими нормами газобетонні виробни густиною 500 кг/м³ відносились виключно до теплоізоляційного матеріалу, тому проєктанти не могли передбачати використання їх як конструктивного матеріалу. На сьогодні до конструкційно-теплоізоляційних ніздрюватих бетонів відносяться всі автоклавні комірчасті бетони, для яких клас за міцністю при стиску не нижче B1,5, незалежно від густини. Як марку за морозостійкістю ніздрюватих бетонів приймають число циклів змінного заморожування і відтаювання, після яких

міцність на стиск ніздрюватих бетонів знижується не більше ніж на 15 %, а втрата маси становить не більше 5 %.

Український державний стандарт (ДСТУ Б В.2.7-45:2010) «Будівельні матеріали. Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови» передбачає марки теплоізоляційного бетону з середньою густиною D200 і D250, марки теплоізоляційного бетону D400 і D500, вилучені і встановлені марки конструкційно-теплоізоляційного бетону середньою густиною D300 і D350, конструкційно-теплоізоляційний бетон доповнено маркою з середньою густиною D400, марка бетону D1000 перенесена з конструкційно-теплоізоляційного в конструкційний бетон, а марка конструкційного бетону з середньою густиною D1200 вилучена, наведені допустимі мінімальні значення міцності бетону при стиску з коефіцієнтом варіації 18 % для всіх класів бетону за міцністю, значення відпускної вологості бетону виробів встановлені не тільки в залежності від виду застосовуваного кремнеземистого компонента, але і від марки бетону за середньою густиною. При цьому максимальний вміст води в бетоні густиною D600 і нижче має не перевищувати 150 кг/м^3 .

Міждержавний стандарт ГОСТ 31359-2007, до якого приєдналися країни СНГ, крім Білорусії і України, передбачає класи ніздрюватого бетону за міцністю від B0,35 до B20, за щільністю від D200 до D1200. Нові російські ГОСТ 31359-2007 і ГОСТ 31360-2007, які стосуються ніздрюватого бетону замінили застарілі ГОСТ 21520-89 і ГОСТ 25485-89 і приведені у відповідність зі стандартами Євросоюзу EN 771-4:2003 та EN 1745:2002 (Е).

На території країн СНД будуються нові заводи з виробництва ніздрюватого бетону тих самих європейських виробників. Міцність при стиску ніздрюватого бетону залежить від його густини. Порівняльні показники ніздрюватого бетону країн СНД показана в табл. 2.

Таблиця 2

Основні стандартні показники ніздрюватого бетону країн СНД

Основні класифікаційні показники	РФ, інші країни	Україна	Білорусія
	Міждержавний ГОСТ 31359-2007	ДСТУ Б В.2.7-45:2010	СТБ 1570-2005
Клас міцності	B0,35...B20	B0,35...B15	B0,25...B10
Марка густини	D200...D1200	D200...D1100	D150...D900
Марка морозостійкості	F15...F100	F15...F100	F15...F50(100)
Теплоізоляція	< 400	D200...D350	D150...D400
Констр.-теплоізоляційний	< 700	D400...D700	D350...D900
Конструкційний	D700...D1200	D1000...D1100	Відсутній

Як видно з табл. 2, принципова відмінність Білоруського СТБ від Міждержавного ГОСТ 31359-2007 і Українського ДСТУ Б В.2.7-45:2010 полягає у виключенні ніздрюватого бетону з категорії конструкційного і введення нової марки щільності теплоізоляційного ніздрюватого бетону D150, чого немає ні в Міждержавному стандарті, ні українському ДСТУ.

У 2012 році набули чинності зміни ДСТУ 137 і 45, які враховують коефіцієнт варіації міцності бетону. Ніздрюватий бетон густиною 300 кг/м^3 і класом міцності B1,5 віднесений до конструкційно-теплоізоляційного.

У Білорусії розроблено повний комплект нормативно-технічної документації, гармонізованої з європейськими нормами, що регламентують виробництво і застосування ніздрюватого бетону: ТКП 45-5.03-137-2009 (02250) «Вироби з пористого бетону. Правила виготовлення»; СТБ 1570-205 «Бетони ніздрюваті. Технічні умови»; СТБ 1117-98 «Блоки з ніздрюватих бетонів стінові. Технічні умови»; СТБ EN 771-4 «Вимоги до будівельних блоків. Будівельні блоки автоклавного ніздрюватого бетону»; СТБ 1332-2002 «Коткові Блоки і перемички з пористого бетону. Технічні умови»; СТБ 1330-2002 «Східці сходові з автоклавного ніздрюватого бетону. Технічні умови»; СТБ 1724-2007 «Утеплювач, посічений з пористого бетону; Технічні умови»; СТБ 1034 -96 «Плити теплоізоляційні з ніздрюватих бетонів»; СТБ 1189-2010 «Плити перекриттів та покриттів, панелі для внутрішніх стін і перегородок. Технічні умови»; СТБ 1185-99 «Панелі стінові зовнішні бетонні і залізобетонні для будівель і споруд. Загальні технічні умови»; ТПК EN 1992-1-1-2009 (02250) Єврокод 2 «Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд».

Не менш важливу роль в адаптації до європейських стандартів нормативної бази України, щодо стосується ніздрюватого бетону відводиться, технологічних регламентів виробництва. Основним

нормативним документом, зумовив нормативні показники використовуваного сировини та технології виготовлення ніздрюватого бетону автоклавного і не автоклавного твердіння для всіх пострадянських країн протягом останніх 40 останніх років став спочатку СН 277-70, а пізніше СН 277-80 [8].

Цей нормативний документ і сьогодні є чинним на пострадянському просторі за винятком Білорусії. У Білорусії в 2009 році було скасовано дію СН 277-80 і введений в дію Технічний кодекс ustalеної практики ТКП 45-5.03-137-2009 (02250) — «Вироби з пористого бетону. Правила виготовлення», який багато в чому продублював зміст СН 277-80.

Крім наведених вище відмінностей державних стандартів РФ, Білорусії і України, існує принципова відмінність у режимах автоклавної обробки виробів. Згідно з білоруським ТКП 45-5.03-137-2009 (02250) і технологічних регламентів провідних європейських виробників ніздрюватого бетону на нових сучасних заводах вакуумування автоклава (продувка + вакуумування) проводиться перед підвищенням тиску, а в СН 277-80 передбачається вакуумування автоклава після скидання тиску. В першому випадку досягається економія пари, поліпшується прогрів виробів і можливість скорочення тривалості режиму автоклавування, у другому — прискорюється остигання бетону та на 3...5 % зменшується вологість виробів після автоклавної обробки.

Росія, Україна і Білорусія за аналогією з розвиненими європейськими країнами створили національні асоціації виробників ніздрюватого бетону на які мають бути покладені функції вдосконалення нормативної бази, яка спрямована на реалізацію політики енего- та ресурсощадження в виробництві та експлуатації виробів з ніздрюватого бетону.

Висновки

Зростання обсягів виробництва ніздрюватих бетонів та їх використання є надзвичайно важливою задачею для України. Ніздрюватий бетон в умовах підвищених вимог до термічного опору огорожувальних конструкцій займає пріоритетне місце в структурі стінових матеріалів.

Вдосконалення нормативної бази виробництва ніздрюватого бетону в Україні та її адаптація до європейських стандартів відіграє важливу роль в енергозбереженні в будівельному комплексі країни, що відповідає сучасним тенденціям зростання термічного опору огорожувальних конструкцій.

На території СНД будуються нові заводи тих самих європейських виробників ніздрюватого бетону, саме тому вважається доцільним об'єднання зусиль та уніфікація вимог, розробки нормативної бази виробництва ніздрюватих бетонів, враховуючи те, що Україна, Білорусія, Росія адаптують нормативну базу до європейських стандартів.

Досить перспективним напрямком для будівельної галузі України є залучення у виробництво ніздрюватого бетону золи-винесення, та інших мінеральних продуктів. Виробництво ніздрюватих бетонів безавтоклавного твердіння з використанням місцевих мінеральних відходів та матеріалів дозволяє скоротити транспортні витрати, покращити екологію, забезпечити додаткову економію енергетичних ресурсів в будівельному комплексі країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Воробьев Х. С. Проблемы производства и применения изделий из ячеистого бетона в строительстве / Х. С. Воробьев // Строительные материалы. — 2002. — № 2. — С. 7—11.
2. Державний комітет статистики України. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : www.stat.gov.ua.
3. Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения : матер. 7-й МНК, Брест, Малорита, 22—24 мая 2012 г. / редкол. Н. П. Сажнев (отв. ред.) и др. — Мн.: Стринко, 2012. — 120 с.
4. Рудченко Д. Г. Снижение плотности газобетона автоклавного твердения как резерв экономии энергетических ресурсов / Д. Г. Рудченко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. — 2011. — № 22. — С. 137—145. НУВГП. м. Рівне.
5. Сердюк В. Р. Сырьевая база для производства ячеистых бетонов / В. Р. Сердюк // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка : наук техн. збірник. — 2009. — Вип. 31. — С. 110—115.
6. Штротте О., Кларе М., Иванов А. К. Производство минерального теплоизоляционного строительного материала низкой плотности / Оливер Штротте, Матиас Кларе, А. К. Иванов // Современный автоклавный газобетон : матер. НПК. — Краснодар : май 2013 г. — С. 140—146.
7. Применение автоклавного газозобетона в современном строительстве : сб. докл. III науч.-практ. семинара. 02 декабря 2010 г. / под общ. ред. Ф. Л. Капустина. — Екатеринбург : УрФУ, 2010. 71 с.
8. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона СН 277-80 / Государственный комитет СССР по делам строительства. — М., 1980. — 44 с.
9. Сердюк В. Р. Совершенствование нормативной базы производства ячеистых бетонов / В. Р. Сердюк // Строительные материалы и изделия. — 2013. — № 4. — С. 56—59.

Сердюк Василь Романович — д-р. техн. наук, професор, завідувач кафедри менеджменту будівництва та цивільної оборони;

Августович Богдан Іванович — аспірант, інженер кафедри менеджменту будівництва та цивільної оборони.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

V. R. Serdiuk¹
B. I. Avgustovych¹

Economy of power resources by means of improving the normative base of production of cellular concrete

¹Vinnytsia National Technical University

The article deals with the problem of energy saving in the building sector in the context of improving the regulatory framework for the production of cellular concrete as the structurally-efficient thermal insulation wall material.

Keywords: cellular concrete, non-autoclaved aerated concrete.

Serdiuk Vasyl R. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Management of Construction and Civil Defense;

Avgustovych Bohdan I. — Post-Graduate Student, Engineer of the Chair of Management of Construction and Civil Defense

В. Р. Сердюк¹
Б. И. Августович¹

Экономия энергетических ресурсов посредством совершенствования нормативной базы производства ячеистого бетона

¹Винницкий национальный технический университет

Рассмотрены проблемы энергосбережения в строительной области в контексте усовершенствования нормативной базы производства ячеистых бетонов, как эффективного конструкционно-теплоизоляционного стенового материала.

Ключевые слова: ячеистый бетон, газобетон неавтоклавного твердения.

Сердюк Василий Романович — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента строительства и гражданской обороны;

Августович Богдан Иванович — аспирант, инженер кафедры менеджмента строительства и гражданской обороны